

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-195713

(43)公開日 平成6年(1994)7月15日

(51)IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G11B 7/00	L	7522-5D		
7/125	C	7247-5D		
11/10	Z	9075-5D		

審査請求 未請求 請求項の数8(全9頁)

(21)出願番号 特願平4-347689

(22)出願日 平成4年(1992)12月28日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 戸田 剛

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 井手 浩

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 前田 武志

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光記録の記録方法

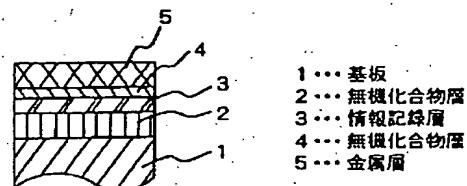
(57)【要約】

【目的】 本発明の目的は、ディスクローディング時等にディスクへ一定のパターンを記録し、それを再生して、その結果を用いて記録制御することにより、高密度記録を実現すると共に、異なるディスク間の互換性を確保することにある。

【構成】 本発明は、光磁気記録ディスクの熱的特性を主に評価できるパターンを用いてディスクローディング時にそのパターンを用いてテスト記録を行い、その結果をもとに用いるディスクに合った記録条件を見出す手法を有する。

【効果】 本発明により、超高密度光記録を実現できると共に、異なる特性を有するディスクに対しても高精度な記録制御が可能であり、ディスク間の互換性が確保できる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行う光記録において、異なる記録媒体を用いても、常に、同じマーク形状が得られるように、ユーザーのデータを記録するのに先立って、テスト記録を行なうことにより、ディスクへの最適な記録条件を見出すために一定のデータパターンをディスクへ記録を行った後に再生を行い、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御したことを特徴とする光記録の記録方法。

【請求項2】請求項1記載のディスクへデータを記録するのに少なくともマーク長記録方式を用いて記録を行なったことを特徴とする光記録の記録方法。

【請求項3】請求項1～2記載のディスクへの最適な記録条件を見出すために用いる一定のデータパターンとして、或るトラックの基準となる位置に用いる変調方式に応じた一定のパルスが発生させディスクへドメインを形成し、このドメインを基準としてその位置から熱的干渉のない一定距離離れた位置に、用いる変調方式に対応した一定のパルスが発生させディスクへ第2のドメインを記録し、このドメインとドメインの間のギャップ部分を基準のクロックとして用い、さらにその位置から一定距離離れた位置に変調方式に応じた一定のパルスが発生させディスクへ第3のドメインを記録し、そこからある距離離れた位置に用いる変調方式に応じた一定のパルスを発生させディスクへ第4のドメインを記録し、記録したドメインを再生して少なくとも第3と第4のドメインの間の距離を測定し、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御したことを特徴とする光記録の記録方法。

【請求項4】請求項1～3記載のディスクへ記録したテストパターンにおいて、記録したドメインを再生を行ない、第3と第4のドメインの間の距離及び第4のドメインの長さを測定し、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御したことを特徴とする光記録の記録方法。

【請求項5】請求項1～4記載のディスクへ記録するテストパターンにおいて、第3のドメインと第4のドメイン間の距離を用いる変調方式に応じて距離を変えて記録を行ない、第3と第4のドメインの間の距離及び第4のドメインの長さを測定し、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御したことを特徴とする光記録の記録方法。

【請求項6】請求項1～4記載のディスクへ記録するテストパターンにおいて、第3のドメインと第4のドメイン間の距離を用いる変調方式に応じて距離を変えて記録を行ない、記録したドメインを再生して少なくとも第3と第4のドメインの間の距離を測定し、その結果をもと

にユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御したことを特徴とする光記録の記録方法。

【請求項7】請求項1～6記載のディスクへ一定のテストパターンを記録するのに、記録レーザーパワーを変化させて記録を行ない、記録したデータを再生して、データパターンによらず一定の信号振幅が得られるようにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御したことを特徴とする光記録の記録方法。

【請求項8】請求項1～7記載のディスクへ一定のテストパターンを記録するのに、用いるレーザーパルスの形状として、微小のパルスから構成される記録波形を用いて記録したことを特徴とする光記録の記録方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザー光を用いて記録、再生、或いは消去を行う光記録に係り、特に、ディスク間の互換性を確保するのに有効な光記録における記録方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年の高度情報化社会の進展に伴い高密度でしかも大容量なファイルメモリーへのニーズが高まっている。これに応えるものとして、光記録が注目されている。これまでの再生専用型、及び、情報が1度だけ記録できる追記型に加えて、最近では書換え型の光ディスクが実用化され、それぞれの特徴を生かした分野で広く用いられるようになってきた。ところで、光ディスクは可換媒体であることから媒体間の互換性、又は、装置間の互換性を確保することがより使いやすいシステムであるといえる。この場合、重要なのは如何なるディスクに対しても同一の記録ができることで、特に、高密度記録を実現するためには重要な課題である。ところで、書換え型光ディスクのなかで、最も早く実用化された光磁気ディスクは最適記録パワーや消去パワーをはじめとする記録条件がディスクごとに異なっている。

【0003】この記録条件の相異を解消するため、記録媒体側では次のような工夫がされていた。ISO規格に予め記録条件などをディスクのコントロールトラックへ記録する点を規定し、ディスク間の互換性の確保に努めている。また、使用する装置に対して、予めパワー較正用の基準ディスクを準備し、そのディスクとの相対比較によりパワーが定められたディスクを作製するしていた。

【0004】一方、データの記録方式としてマーク長記録方式を用いて記録を行なう場合、信号制御でマークエッジの位置ずれ補正をしている。特に、記録媒体内を流れる熱流および光磁気記録の場合は磁気特性の制御は、マークエッジの位置ずれに大きな影響を与える。マーク長記録においては、形成されるマークの長さによって情報を記録するため、マークエッジの位置ずれは、高密度

記録、高精度記録に直接関連するのである。このマークエッジの位置ずれに影響されないで情報を記録し、再生する例に、特開昭4-265522号がある。これは、初期動作としてディスク上に一定のパターンを記録しそのパターンを再生してエッジの位置ずれを検出し、そのずれ量に基づいて、情報再生信号をシフトするものである。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上述の従来技術によれば、互換性を実現するための手法は、記録媒体側、装置側で提案されている。しかし、装置にとって、不特定の記録条件の記録媒体を扱うことは、記録または再生時の誤差信号をある程度許容しなくてはならない。従って、記録媒体の記録密度を向上させると、上記誤差信号の許容範囲が狭くなってしまい、互換性のある記録媒体で高密度記録を達成することは困難になってくる。特に、マーク長記録を用いて、トラックピッチをつめたりビットピッチをつめて記録する場合には、ビット間の熱干渉の影響が大きく、互換性が保てない。これは、ディスクの熱的特性が異なるため、形成されるマーク形状の制御性、特に、制御精度が異なることに基づく。

【0006】 従って本発明の目的は、記録媒体によらず正確な情報の記録又は再生を行うために最適な記録パルス形状を提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】 少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行う光記録において、異なる記録媒体を用いても、常に、同じマーク形状が得られるように、ユーザーのデータを記録するのに先立って、テスト記録を行なうことにより、ディスクへの最適な記録条件を見出すために一定のデータパターンをディスクへ記録を行った後に再生を行い、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御したことを特徴とする光記録の記録方法。

#### 【0008】

【作用】 本発明では、少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行う光記録において、異なる記録媒体を用いても、常に、所定の条件を満足するマーク形状が得られる。ユーザーのデータを記録するのに先立って、テスト記録を行なうことにより、ディスクへの最適な記録パルス形状を見出すために一定のデータパターンをディスクへ記録を行った後にそのデータパターンを再生し、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御することによる。

【0009】 例えば、マーク長記録方式においては、ディスク上に形成されるマーク（ドメイン）の幅と長さを高精度に制御する必要がある。その場合、重要なのは、情報を有するマークエッジの立上り、立下りの位置ずれ

を制御する点である。光ディスクの記録原理上、熱とディスクとは密接な関係があり、ディスクに与えられる熱を制御することは、記録精度に大きな影響を与える。しかしこれらの熱特性は、ディスクにより異なっているので、ディスクによって、記録条件も異なる。そこで本発明では、ディスクローディング時等に一定のテストパターンによりディスクの記録特性を評価し、その結果を用いてディスクへの記録条件を決定する。ディスクへの最適な記録条件を見出すために用いる一定のデータパターンとして、任意のトラックの基準となる位置に用いる変調方式に応じた一定のパルスを発生させディスクへドメインを形成し、このドメインを基準としてその位置から熱的干渉のない一定距離離れた位置に、用いる変調方式に対応した一定のパルスを発生させディスクへ第2のドメインを記録し、このドメインとドメインの間のギャップ部分を基準のクロックとして用い、さらにその位置から一定距離離れた位置に変調方式に応じた一定のパルスを発生させディスクへ第3のドメインを記録し、そこからある距離離れた位置に用いる変調方式に応じた一定のパルスを発生させディスクへ第4のドメインを記録し、記録したドメインを再生して少なくとも第3と第4のドメインの間の距離を測定し、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御すればよい。ところで、ディスクへ記録したテストパターンにおいて、記録したドメインを再生を行ない、第3と第4のドメインの間の距離及び第4のドメインの長さを測定し、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御してもよい。また、ディスクへ記録するテストパターンにおいて、第3のドメインと第4のドメイン間の距離を用いる変調方式に応じて距離を変えて記録を行ない、記録したドメインを再生して少なくとも第3と第4のドメインの間の距離を測定し、その結果をもとにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御してもよい。また、ディスクへ一定のテストパターンを記録するのに、記録レーザーパワーを変化させて記録を行ない、記録したデータを再生して、データパターンによらず一定の信号振幅が得られるようにユーザーデータの記録のパルス幅もしくはレーザーパワーの少なくとも一方の値を制御してもよい。ところで、ディスクへ一定のテストパターンを記録するのに、用いるレーザーパルスの形状として、微小のパルスから構成される記録波形を用いて記録することが好ましい。ここで用いる記録波形としては、微小のパルスから構成される記録波形に限らず、データの記録に用いる波形と同一形状のものを用いればよい。このようにして評価した結果を用いて決めた記録条件を用いて記録することにより、いずれのディスクを用いても、同一形状の磁区を形成することができ、高密度記録を実現できる。この効果は、光磁気記録に限らず、

相変化型光ディスクや追記型光記録へも応用できることはいうまでもない。

【0010】このように一定パターンを用いて記録／再生を行い、記録しようとするディスクに対して最適な記録条件を見出すことにより、いかなるディスクを用いても、同一形状の磁区を形成することができるので、ディスクの互換性を確保できると共に、高精度な磁区形状制御が可能になるので、マーク長記録方式を可能にするので、超高密度光記録を実現することができる。

【0011】

【実施例】本発明の詳細を実施例を用いて説明する。

【0012】本実施例に用いる光磁気ディスクの構造を示す模式図例を図1に示す。ディスクは、基板(1)としてポリカーボネート等のプラスチック基板や紫外線硬化型樹脂で凹凸の案内溝をガラス基板上に、無機化合物層(2)としてSiをターゲットに用いた反応性スパッタ法により窒化シリコン膜を75 nmの膜厚に形成した。ここで、膜の作製法は本発明により得られる効果に影響を及ぼすものではない。次に、情報記録層(3)としてTb FeCo膜をスパッタ法により25 nmの膜厚に形成した。つづいて、無機化合物層(4)として窒化シリコン膜をSiをターゲットに用いた反応性スパッタ法により15 nmの膜厚に形成した。そして、最後に、金属層(5)として $Al_{90}Ti_{10}$ 膜をスパッタ法により形成した。このようにして作製した光磁気記録媒体全体を紫外線硬化型樹脂によりコートした。

【0013】(実施例)このようにして作製したディスクを用いて、ディスクローディング時にまずテスト記録を行う。このディスクへ図2に示す記録パターンを用いて記録を行う。

【0014】この記録パターンは、すでに変調(例えば、(1.7)RLL変調)されており、パルス幅、ギャップ幅を図2中の数値にて示してある。これらの数値の1単位は時間 $T_w$ を示し、 $T_w$ は、ディスクの回転が3000rpmの場合、ディスクの最内周で約40ns、すなわち $T_w=40[ns]$ である。

【0015】まず、図2(a)の場合を用いて説明する。

【0016】立上り $E_s$ 、時間 $2T_w$ の単パルスと、ギャップ $15T_w$ を挟んで立上り $E_u$ 時間 $2T_w$ の単パルスを発する。これらの単パルスは、それ以前の記録状態の影響をなくすために設けられているものである。

【0017】こうして、以前の記録状態の影響のない基準の状態を得た後に、時間 $8T_w$ のギャップを経て、立上り $E_1$ 、立下り $E_2$ 、時間 $2T_w$ の単パルス $a_1$ と、時間 $2T_w$ のギャップ後、立上り $E_3$ 、立下り $E_4$ 、時間 $2T_w$ の単パルス $a_2$ を発生させる。

【0018】このような単パルスとギャップとの組合せによって記録されたパターンを再生し、 $a_1$ 、 $a_2$ 間のギャップ長と、立上り及び立下り位置のシフト量を測定した

結果を図3に示す。

【0019】図3において、図2(a)の $a_1$ 、 $a_2$ 間のギャップ量に対応する点は、ギャップ量 $2T_w$ であることから、横軸80nsの点である。縦軸 $Tr-Tw$ は、記録と再生でのエッジ位置( $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $E_4$ )ずれ時間を示している。すなわち、記録エッジ位置と等しい再生エッジ位置であれば、 $Tr-Tw=0$ 、再生エッジ位置が記録エッジ位置よりも早い時点に検出されれば $Tr-Tw<0$ 、再生エッジ位置が記録エッジ位置よりも遅い時点に検出されれば、 $Tr-Tw>0$ となる。

【0020】図3における測定結果を図2(a)の $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $E_4$ に照らし合わせてみると、単パルス $a_1$ 、 $a_2$ が互いに影響しており、単パルス $a_1$ 、 $a_2$ 間のギャップが、時間 $2T_w$ を確保できない。

【0021】これは単パルス $a_1$ 、 $a_2$ による熱によってギャップに必要以上の熱が加わることによる。再生時に見かけ上熱の影響をなくした記録ビットを形成するため、記録パルス形状を図2(g)の形状とする。

【0022】すなわち、第1のパワーレベル $P_w$ (記録パワーレベル)に立ち上がってから $3/2 T_w$ 後に第2のパワーレベル $P_r$ (再生パワーレベル)へ戻り、 $T_w$ 後、第3のパワーレベル $P_{as}$ を保持する。この $P_{as}$ は、 $P_w$ による隣接記録ビット間隔によらず熱干渉作用が一定とするために与えられる補助パワーレベルである。

【0023】 $P_{as}$ の設定は、例えば、次のようにして決める。単パルスを用いて図2(a)の記録パターンを記録し、そのパターンを再生すると、図3に示すエッジ位置ずれ量を得ることができる。このエッジ位置ずれ量に対応した $P_{as}$ のテーブルをあらかじめメモリ等に記憶しておき、そこから $Tr-Tw$ 値を最小にする $P_{as}$ 値を選択する。

【0024】他の方法には、ディスクの任意の位置に、 $P_r$ から $P_w$ までの範囲で $P_{as}$ を変化させながら図2(a)の記録パターンを複数個記録する。それらのパターンを再生し、図3に準じて $Tr-Tw$ を測定し、 $Tr-Tw$ が最小となる $P_{as}$ を選択する。

【0025】また、更に精度を上げるには、例えば、図2(b)～(f)の記録パターンを記録し、再生して、図3を得、これに基づき、上述の方法によって $P_{as}$ を求めてもよい。

【0026】次に、図2(g)に示す記録パルス形状でマーク長記録をする場合の実施例を示す。

【0027】マーク長記録では、記録パターン長が一定でないため、特に記録パターン長の立ち下がり部分における $Tr-Tw$ に大きなバラツキを生じる。これを防ぐため、図4(h)に示す記録パルス構造とする。

【0028】例えばここで用いる記録パルスは、先頭パルスを60 nsとして、以下、20 nsのギャップと20 nsのパルスの繰返しである。この繰返しのパルス幅は、ライトクロックに同期している。また、記録パルス以外の

10

20

30

40

50

部分のパワーレベル  $P_{as}$  (補助光) は  $2.9 \text{ mW}$  とし、記録パワー  $P_w$  は  $5.9 \text{ mW}$ 、そして、記録パルスの終了後は、 $40 \text{ ns}$  のリードパワー  $P_r$  とした後に、再び、補助光パワー  $P_{as}$  ( $2.9 \text{ mW}$ ) とする。繰返しギャップ、繰返しパルスの数は、記録パターンの長さに応じて加えられる。変調方式には (1, 7) RLL 方式を用いた。

【0029】このような、図2 (g) の記録パルス形状で、ディスク上の任意の位置に、記録ドメインを記録する。次に再生方式に、原波形スライス方式及び 2PLL を用いて、記録ドメインを再生する。この再生回路を用いて、記録したい記録ドメイン長と再生の結果記録されているドメイン長との差 ( $T_r - T_w$ ) をエッジシフトと定義し、測定した結果を図6に示す。図6に示される様に、マーク長記録において図4 (h) の形状の記録パルスを用いても、記録パターンの後部 (図5 (a) ~ (g) におけるE2部分) に、位置ずれの影響があることがわかる。記録パターン後部に対応する再生信号のエッジの位置ずれを修正し、記録パターン長によらず、略一定の位置ずれ量とするため、繰返しパルスのパワーレベル  $P_w'$  を選択する。

【0030】その方法の概要は、図2の  $P_{as}$  の選択方法に類する。まず  $P_w' = P_w$  として、例えば図5 (b) の立上りE1、立下りE2、時間  $2T_w$  から  $8T_w$  までの記録パターンを図5 (h) の記録パルスで記録する。こうして記録された記録ドメインは、前方のエッジ位置ずれよりも、後方エッジ位置ずれを考慮しなければならない。なぜなら、 $P_w$  でドメインの記録後、パワーレベルを  $P_r$  に下げ、かつ、図5 (a) ~ (g) に示すように、E1、E2以前の熱の影響を受けないようにギャップが設けられているからである。前述のように図6では、立ち下がり部E2におけるエッジ位置ずれ  $T_r - T_w$  を示す。これによれば、記録パルス時間 ( $T_w = 40 \text{ ns}$ ) が長い程、エッジ位置ずれ  $T_r - T_w$  が大きいことがわかる。

【0031】図6のエッジ位置ずれは記録パターンよりも立下りE2が後方に長いドメインが形成されていることを示す。ドメインの後方エッジの延長は、記録パルス形状の繰返しパルスレベル調整、又は、繰返しパルス数を含めた記録パルス幅の制御により略一定の範囲内にすることができる (図7参照)。

【0032】例えば図5 (i) に示すように、繰返しパルスのパワーレベルを  $P_w' < P_w$  として、最適な  $P_w'$  値を選択する。 $P_w'$  の選択方法は、前述の  $P_{as}$  の選択方法と同様である。

【0033】このように、記録パルス形状及びパワーレベルを制御しない場合は、最大で  $10 \text{ ns}$  のエッジ位置ずれであったものが、 $\pm 2 \text{ ns}$  以下であった。このことから、 $0.70 \mu\text{m}$  幅で、 $0.75 \sim 3.0 \mu\text{m}$  長の記録ドメインを安定に形成でき、MCAV方式及びマーク長記録方式を併用することにより、 $5.25$  インチサイズで片面  $1 \text{ GB}$  程度の記録容量を実現できた。そして、如何なる構造のディスクを

用いても本発明の記録パターンを用いてテスト記録を行うことにより、高密度記録を維持したまま、ディスク間の互換性を確保することができた。また、この効果は、光磁気ディスクのタイプに依存することなく、例えば、光強度変調オーバーライト型の光ディスクに対しても補助光パワーを消去パワーへ置き換えるだけで、本実施例と同様に対応できる。また、相変化型光ディスクに対しても先の光強度変調オーバーライト型光ディスクの場合と同様に対応できる。このテスト記録による記録制御以外に、ディスク及びその駆動装置の使用環境温度の変動を検出するために、テスト記録を行うことによりさらに記録の制御性を向上させることができる。

【0034】次に、図2 (g) 及び図5 (h) に示す記録パルス形状の基となる記録パターンの作成過程を、図8の概念ブロック図と図9のタイムチャートを用いて説明する。

【0035】図8の記録パターン形成手段6は、クロック1とあらかじめ変調されたデータ2が入力され、まず記録パワーレベル  $P_w$  を有するべきパルス3、補助光パワーレベル  $P_{as}$  を有するべきパルス4、繰返しパルスのパワーレベル  $P_w'$  を有するべきパルス5を示すデジタル信号が形成され、これらのデジタル信号が加算されて、記録パターンを示すデジタル信号を得る。

【0036】パルス3、パルス4、パルス5の具体的な作成方法は、図9のタイムチャートに示される。図9は、パルス幅  $2T_w$  のデータと  $5T_w$  のデータに対応したタイムチャートである。

【0037】(a) のクロックと (b) のデータが入力されると、(b) を  $T_w/2$  遅らせて信号 (c) とする。次に、(c) と (b) のアンドをとって、信号 (d) とする。また信号 (d) を  $3T_w/2$  遅らせ (信号 (e))、(d) とのアンドをとり (信号 (f))、(a) の否定と (f) とのアンドをとる (信号 (h))。

【0038】こうして、繰返しパルス5を示す信号 (h) を得ることができる。

【0039】また、信号 (e) の否定 (信号 (c)) と信号 (d) とのアンドをとり、記録パワーレベル  $P_w$  を有するべきパルス3を示す信号 (j) を得ることができる。

【0040】更に、(b) を  $T_w$  遅らせた信号 (k) と、(b) の否定 (信号 (l)) とのアンドをとり (信号 (m))、(m) の否定 (信号 (n)) を得る。(n) が、補助パワーレベル  $P_{as}$  を有するべきパルス4を示している。

【0041】以上の手法を用いるとパターン幅によらず記録パターンを形成することができる。

【0042】

【発明の効果】本発明により、異なる特性を有する記録媒体を用いても、記録ドメインによらず略一定の位置ずれ量で情報を記録することができ、超高密度光記録を実

現できる。更に、異なる特性を有するディスクに対しても高精度な記録位置制御が可能であり、ディスク間の互換性をも確保できる。

【図面の簡単な説明】

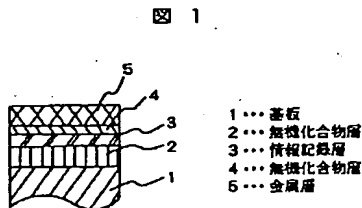
【図1】試作した光磁気ディスクの断面構造を示す模式図。

【図2】テスト記録パターン。

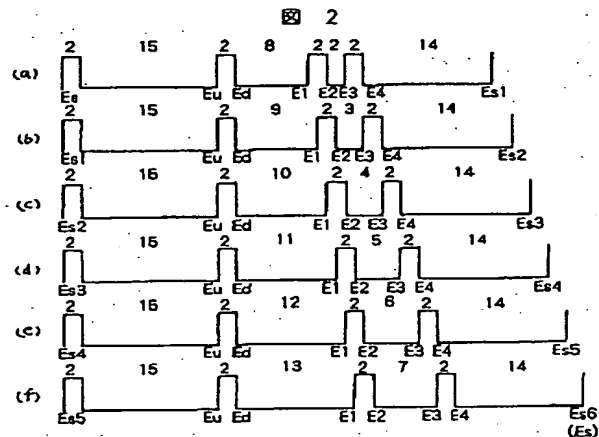
【図3】エッジシフトの測定結果。

【図4】エッジシフトの測定結果。

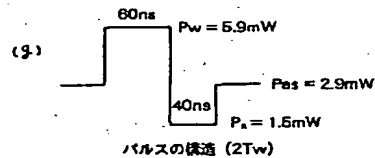
【図1】



【図2】

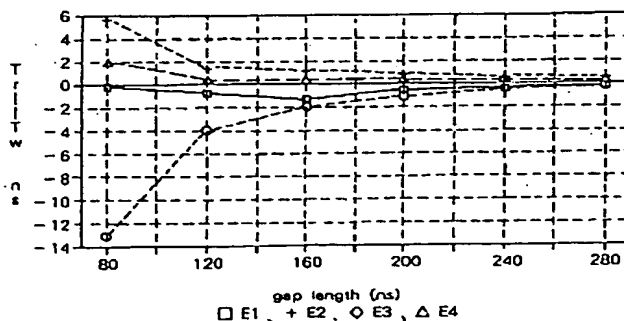


・ 図中の数値はTwを示す。  
Twは、3000rpm 速内周で40nsである。



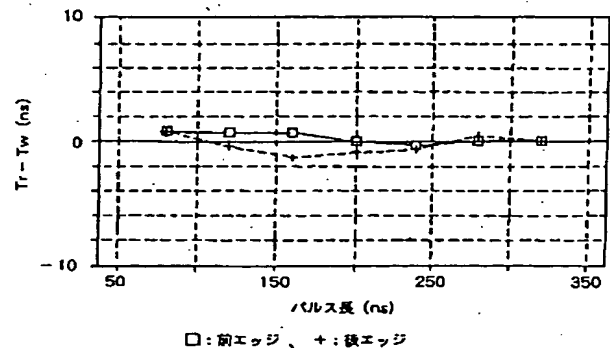
【図3】

図 3



【図7】

図 7



【図4】

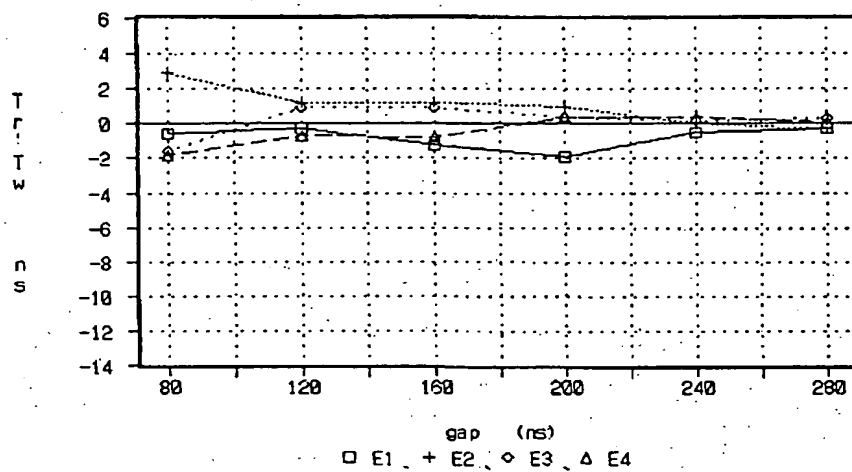


図4

【図6】

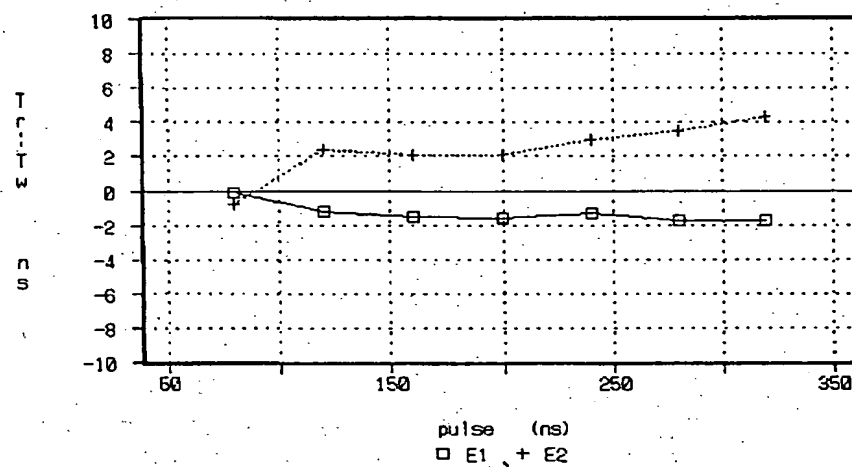
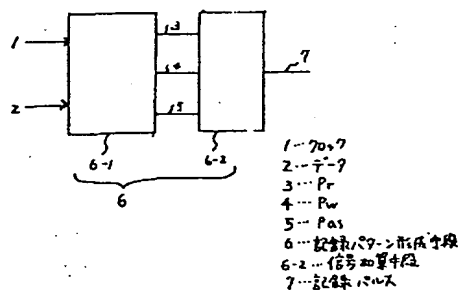


図6

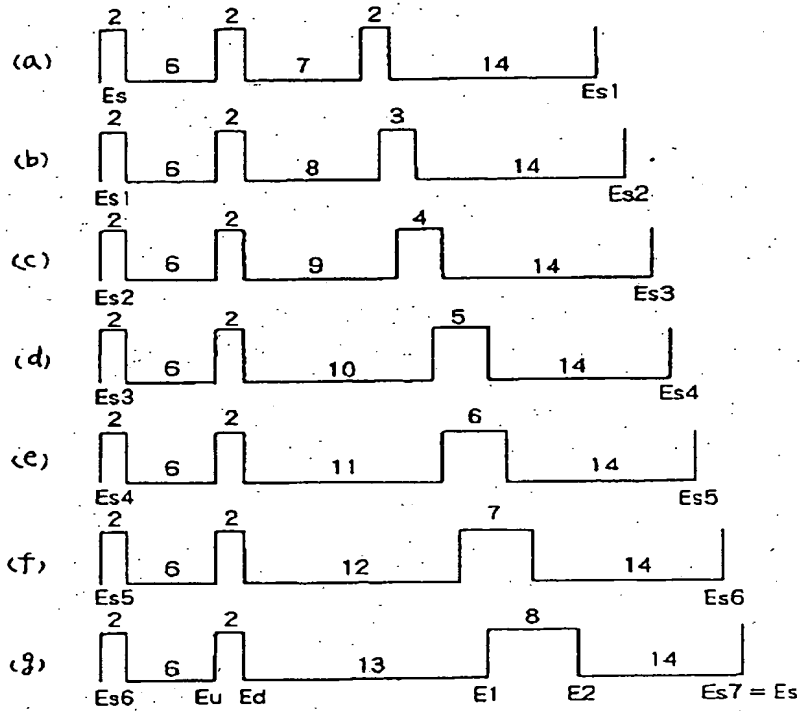
【図8】

図8



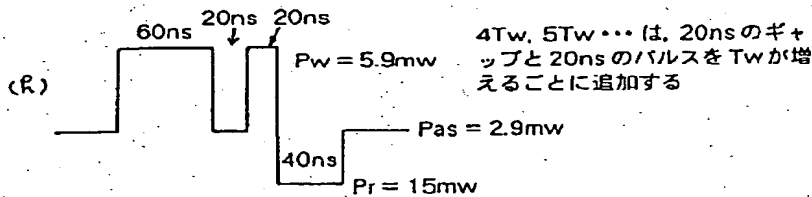
【図5】

図 5

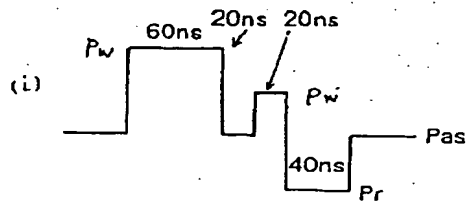


基準エッジ: UU → Eu DD → Ed 注目するエッジ: E1, E2

図中の数値はTwを示す  
(Twは、ここでは最内周 (5.25" r = 30mm)  
で40nsである。)



パルスの構造 (3TWの場合)

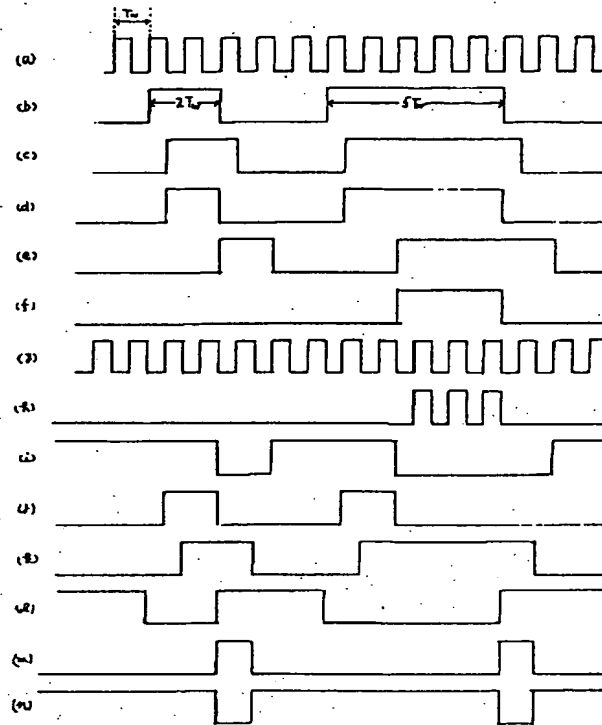


パルスの構造 (3TWの場合)



【図9】

図 9



フロントページの続き

(72) 発明者 桐野 文良  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 土永 浩之  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 釘屋 文雄  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内